SNI 04-1224-1989

Standar Nasional Indonesia

Motor induksi tiga fasa dengan daya sampai dengan 100 kWh, Cara uji

ICS 29.160.30

Badan Standardisasi Nasional

SNI 04-1224-1989

Standar Nasional Indonesia

Motor induksi tiga fasa dengan daya sampai dengan 100 kWh, Cara uji

ICS 29.160.30

Badan Standardisasi Nasional BSN

SNI 04-1224-1989

Standar Nasional Indonesia

Cara uji motor induksi tiga fasa dengan daya sampai dengan 100 kW

ICS 29.160.30

Badan Standardisasi Nasional

CARA UJI MOTOR INDUKSI TIGA FASA
DENGAN DAYA SAMPAI DENGAN 100 KW

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi definisi, kondisi uji dan cara uji untuk motor induksi tiga fasa dengan daya sampai dengan 100 KW.

2. DEFINISI

2.1. Pengenal (Rating)

Adalah seluruh harga numerik dari besaran-besaran listrik dan mekanis yang dicantumkan oleh pabrikan pada papan pengenal (rating plate) mesin, serta telah disetujui beroperasi pada kondisi tertentu. (Sesuai SII. 1350-85, Cara Uji Generator Sinkron).

2.2. Nilai Pengenal (Rated Value)

Adalah harga numerik dari besaran-besaran yang ada pada harga pengenalnya (rating). Sesuai SII. 1350-85, Cara Uji Generator Sinkron).

2.3. Beban (Load)

Adalah seluruh harga numerik dari besaran mekanis, yang diartikan sebagai kebutuhan yang harus dihasilkan oleh motor listrik pada suatu saat tertentu.

2.4. Tanpa Beban/Beban Nol (No Load)

Adalah suatu keadaan pada motor listrik pada putaran normal serta beroperasi pada kondisi pengenal (rated condition), dengan pengecualian tidak diperlukan keluaran (output).

2.5. Diam dan tidak diberi tenaga (Rest and De-Energized)

Adalah suatu keadaan motor listrik tidak bergerak dan tidak tersambung pada sumber listrik maupun tenaga mekanis.

2.6. Keseimbangan Panas (Thermal Equilibrium)

Adalah tercapainya suatu keadaan keseimbangan panas dengan suhu yang diamati pada beberapa bagian motor tidak berubah-ubah lebih dari 2°C selama satu jam.

2.7. Keluaran Pengenal (Rated Output), atau Beban Pengenal
Adalah suatu harga numerik daya mekanis pada poros motor listrik yang dicantumkan pada papan pengenalnya.

2.8. Kopel dengan Rotor Ditahan (Locked Rotor Torque)
Adalah kopel terendah yang diukur, yang dihasilkan oleh motor listrik pada keadaan rotor ditahan pada tegangan dan frekwensi pengenal.

2.9. Arus saat Rotor Ditahan (Locked Rotor Current)
Adalah arus efektip (r.m.s.) pada keadaan tetap(steady state), yang diukur pada motor listrik saat rotor ditahan, pada tegangan dan frekwensi pengenalnya.

2.10. Kopel Pelepasan (Pull-Up Torque)
Adalah kopel terkecil yang dihasilkan oleh motor listrik antara putaran nol dan putaran saat kopel terbesar (breakdown torque), pada tegangan dan frekwensi pengenalnya.

Catatan : Nilai kopel pelepasan ini dipergunakan untuk mendapatkan karakteristik kopel rata-rata yang biasa (normal) dengan mengabaikan akibat-akibat peralihan (transient effect).

2.11. Pengenal Kontinyu Maksimum (Maximum Continuous Rating)
Adalah pernyataan mengenai pembebanan dan kondisi - kondisi yang diberikan oleh pabrik (manufacturer) kepada suatu motor listrik untuk dapat dioperasikan selama memenuhi ketentuan - ketentuan standard ini dalam waktu yang tidak terbatas.

2.12. Pengenal Waktu-Pendek (Short-Time Rating)
Adalah pernyataan mengenai pembebanan waktu dan kondisi-kondisi yang diberikan oleh pabrik kepada suatu motor listrik untuk dapat dioperasikan dalam waktu yang terbatas, selama memenuhi ketentuan-ketentuan standard ini. Dalam hal ini motor mulai dioperasikan pada suhu udara keliling.

2.13. Suhu kontinyu tertinggi yang diperbolehkan (Maximum Permissible Continuous Temperature).
Suhu tertinggi yang diperbolehkan ada pada bahan isolasi secara terus menerus adalah suhu yang mampu ditahan bahan

isolasi tersebut tanpa menyebabkan kemunduran pada sifat-sifat listrik dan mekanisnya.

2.14. Suhu Media Pendingin (Cooling Medium Temperature)
Adalah suhu media pendingin yang diukur pada saluran masuk media tersebut kemotor listrik.

2.15. Kenaikan Suhu (Temperature Rise)
Adalah perbedaan suhu antara bagian-bagian motor listrik dan media pendingin.

2.16. Kenaikan Suhu Terakhir (Final Temperature Rise)
Adalah kenaikan suhu pada akhir proses pemanasan.

2.17. Suhu Maksimum (Maximum Temperature)
Adalah suhu tertinggi yang diperbolehkan pada bagian-bagian motor listrik.

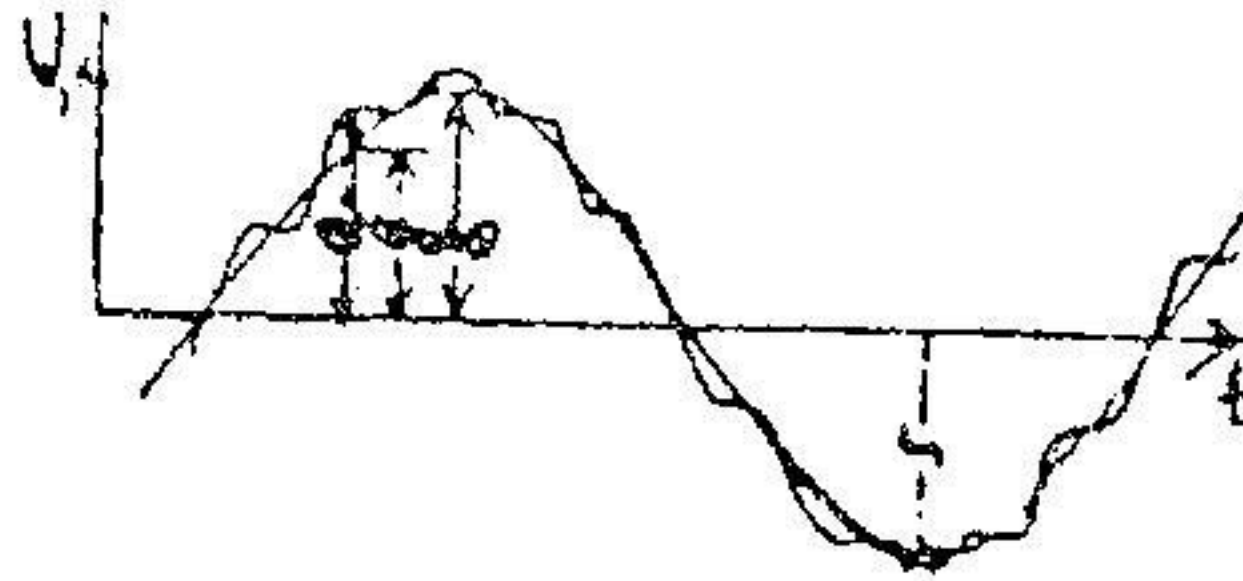
2.18. Batas Kenaikan Suhu (Limit of Temperature Rise)
Adalah perbedaan suhu tertinggi yang diperbolehkan antara suhu maksimum bagian-bagian motor listrik dengan suhu tertinggi media pendingin yang disepakati.

2.19. Selang Waktu Istirahat (Rest Interval)
Adalah lamanya waktu motor listrik dilepas dari sumber daya hingga motor listrik tersebut dihubungkan lagi.

2.20. Tugas Pengenal (Rated Duty)
Adalah jenis motor listrik yang dirancang. Biasanya jenis tugas ini dicantumkan pada papan pengenal motor listrik.

2.21. Pergantian Kecepatan (Speed Variation)
Adalah naiknya kecepatan motor listrik pada waktu peralihan dari operasi pada tugas pengenal ke operasi tanpa beban.
Tegangan dan frekwensi sumber tegangan tetap pada nilai pengenalnya.
Dalam keadaan tersebut dianggap bahwa perubahan pembebanan cukup lambat, sehingga tidak ada pengaruh dari gejala peralihan.

2.22. Bentuk Gelombang Sinusoidal Tegangan dan Arus (Sinusoidal Wave-Form of Voltages and Currents)
Tegangan dan arus secara praktis dapat dipandang sebagai ben-

tuk gelombang sinus, apabila beda antara setiap nilai sesaat "a" dan "g" tidak lebih dari 5% nilai maksimum sesaat gelombang dasarnya (lihat Gambar 1).

Gambar 1.

Bentuk Gelombang Tegangan atau Arus dan Gelombang Dasarnya.

2.23. Sistem Tegangan fasa banyak yang simetris (Simetrical Polyphase System of Voltages).

Tegangan-tegangan pada sistim fasa banyak dianggap simetris apabila tidak satupun tegangan baik dari sistim urutan fasa negatip (the voltage of the negative phase sequence system) maupun dari sistim urutan fasa nol (zero phase-sequence system), melebihi 2% dari tegangan sistem urutan fasa positip.

2.24. Rangkaian Tiga Fasa Seimbang (Balanced Three-Phase Circuit)

Suatu rangkaian tiga fasa secara praktis dianggap seimbang apabila pada penggunaan sistim tegangan yang simetris dapat memberikan aliran arus yang seimbang, atau dengan kata lain tidak satupun aliran arus baik dari sistim urutan fasa negatip maupun dari sistim urutan fasa nol melebihi 5% dari arus pada sistim urutan fasa positip.

3. KONDISI UJI

Dalam pengujian ini dipersyaratkan sebagai berikut :

- Pendinginan motor dengan sirkulasi udara
- Tinggi tempat pengujian tidak lebih dari 1000 m di atas permu

kaan air laut, dan suhu udara sekitar tidak melebihi 40° C.

- Kelembaban nisbi tidak melebihi 95 %.
- Sumber tegangan dan arus harus berbentuk gelombang sinusoidal.
- Sistem tiga fasa harus seimbang.

4. CARA UJI

4.1. Uji Jenis

Uji jenis ialah pengujian untuk membandingkan besaran dan karakteristik barang yang diproduksi dengan besaran dan karakteristik yang direncanakan.

Uji jenis ini meliputi :

4.1.1. Pengujian mekanis

Pengujian mekanis ini meliputi :

4.1.1.1. Pengujian putaran lebih (lihat SII. 1130 - 84, Ketentuan Umum Mesin Listrik Berputar).

4.1.1.2. Pengukuran getaran

Pengukuran getaran secara vertikal dan horisontal sumber harus dilakukan pada rumah bantalan motor. Bila diperlukan pengukuran secara aksial dapat juga dilakukan.

Kondisi pemasangan akan mempengaruhi getaran mesin.

Untuk memperoleh pengukuran yang mendekati kondisi sebenarnya motor harus ditempatkan diatas bantalan yang elastis (karet, pegas, dsb) atau dengan metoda lain yang tidak mempengaruhi getaran motor.

Frekwensi getaran alamiah dari sistim bantalan dan motor harus kurang dari ¼ frekwensi yang sesuai dengan kecepatan perputaran motor.

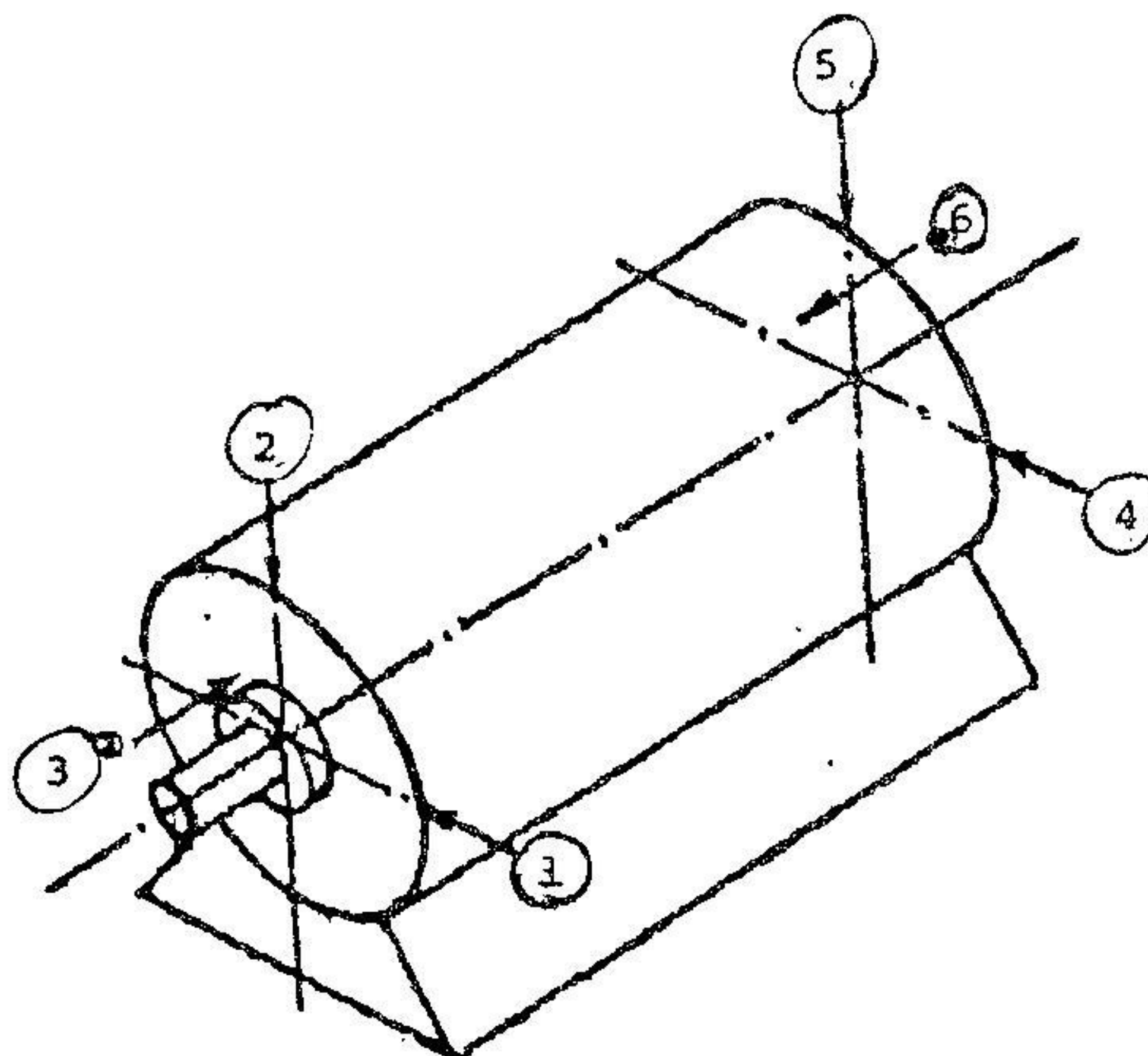
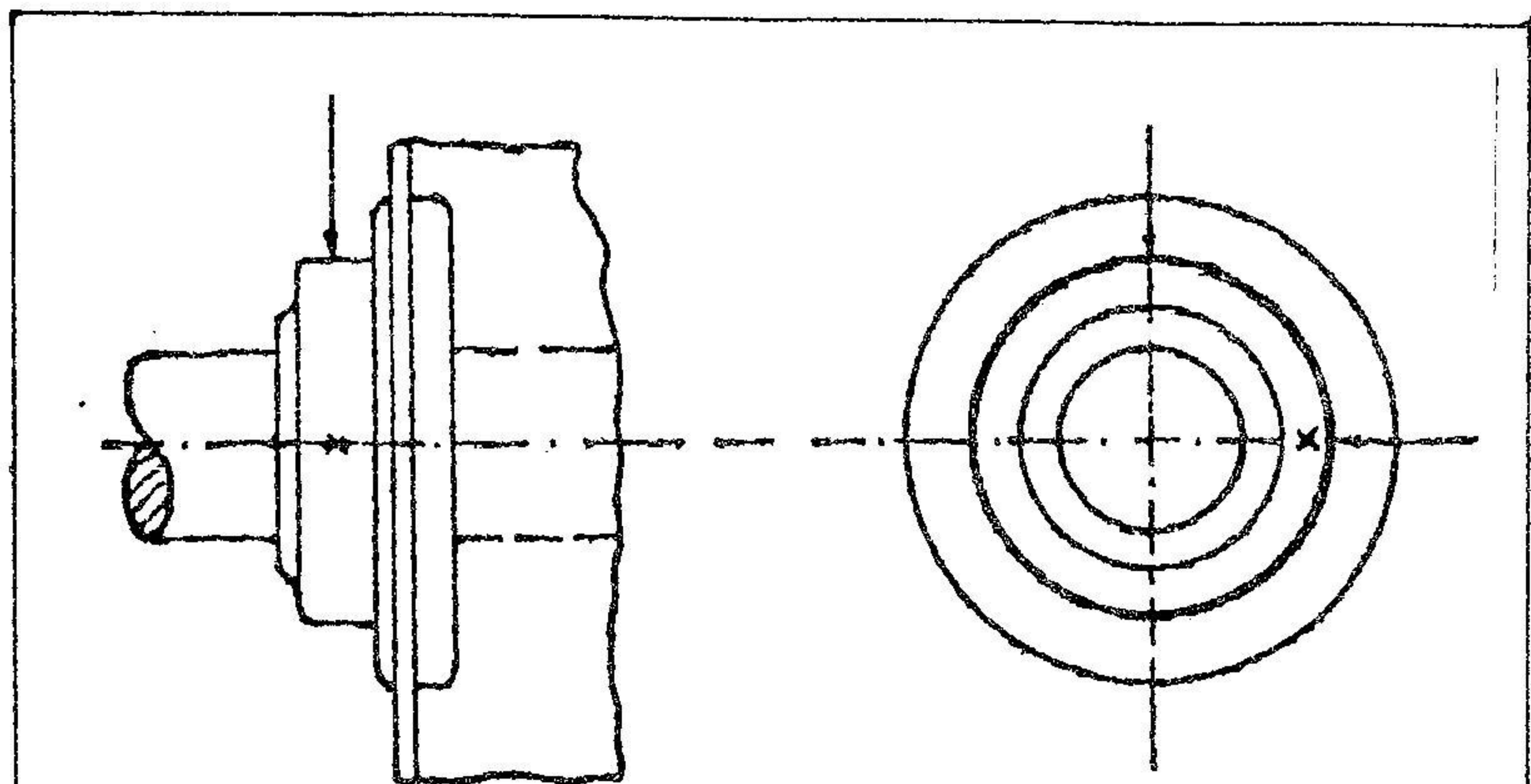
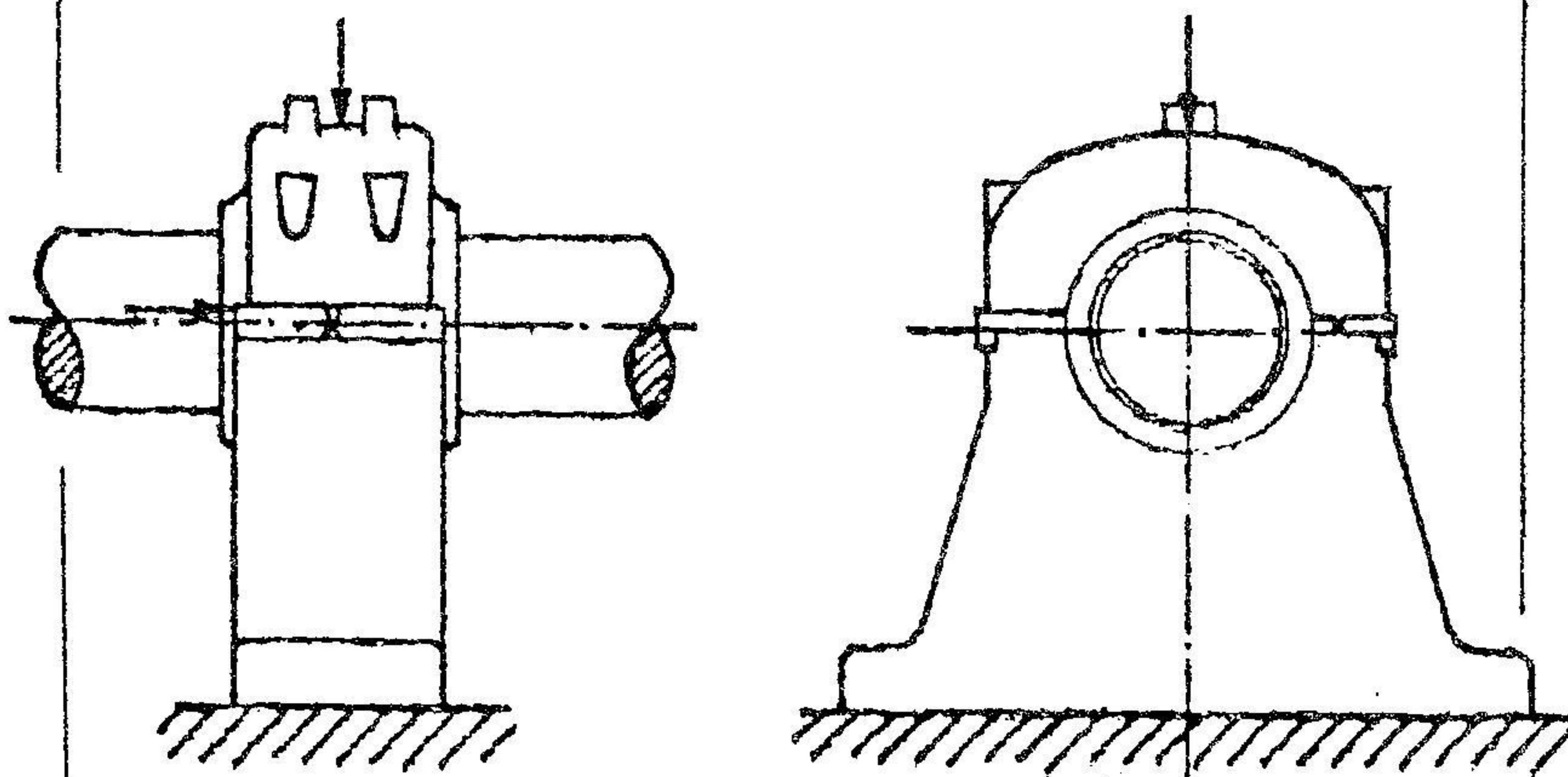
Masa bantalan setinggi-tingginya sama dengan 1/10 masa motor.

Selain dengan bantalan elastis motor dapat dipasang langsung di atas lantai atau pondasi secara tetap (rigid).

Metoda ini berlaku apabila kecepatan getaran pada kaki atau pondasi motor tidak lebih dari 50% kecepatan getaran pada bantalan yang terdekat pada arah yang pengukuran yang sama.

Nilai maksimum getaran dapat dilihat pada tabel berikut:

Kecepatan Pengenal (ppm)	Kecepatan Getaran RMS Maksimum untuk tinggi Poros H (mm)			
	Motor Diuji dengan Bantalan Isolasi			Pasangan Tegangan(rigid)
	$56 \leq H \leq 132$ (mm/s)	$132 < H \leq 225$ (mm/s)	$H > 225$ (mm/s)	$H > 400$ (mm/s)
$\geq 600 - \leq 1800$	1.8	1.8	2.8	2.8
$> 1800 - \leq 3600$	1.8	2.8	4.5	2.8

Titik-titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2.1, 2.2, dan 2.3.

Gambar 2.1.

Gambar 2.2.

Gambar 2.3.

4.1.1.3. PENGUKURAN TINGKAT KEBISINGAN

(lihat SII No.)

4.1.1.4. PENGUJIAN TINGKAT PERLINDUNGAN.

(lihat SII No.)

4.1.2. Pengukuran hambatan lilitan rotor dan stator

Pengukuran hambatan lilitan rotor dan stator, masing-masing dilakukan pada setiap fasa, Suhu lilitan dicatat pada saat pengukuran.

4.1.3. Pengukuran hambatan isolasi

Pengukuran hambatan isolasi dilakukan pada rotor dan stator. Pengukuran pada lilitan stator dilakukan antar fasa, dan antara setiap fasa dan badan mesin.
Pengukuran ini dilakukan setelah pengujian kenaikan suhu akan tetapi sebelum pengujian dielektrik. Parameter lain yang perlu dicatat pada setiap pengukuran adalah suhu sekitar dan kelembaban relatip.

4.1.4. Pengujian tanpa beban.

4.1.4.1. Pengujian ini dilakukan dengan mengoperasikan motor tanpa dibebani pada kondisi tegangan dan frekwensi pengenalnya.

4.1.4.2. Parameter yang perlu diukur adalah : arus, tegangan dan daya.
Pengukuran tegangan dan arus dilakukan pada terminal motor dan diukur setiap fasa setelah daya konstan.

4.1.4.3. Untuk pengujian jenis

Pengujian dilaksanakan dengan memberi tegangan 125 % dari tegangan pengenal, kemudian secara bertahap tegangan ditu runkan sampai ada kenaikan arus.

4.1.4.4. Untuk pengujian rutin

pengujian dilaksanakan dengan memberikan tegangan pengenal.

4.1.5. Pengukuran faktor daya

Faktor daya dapat diukur dengan satu dari ketiga metoda di bawah ini :

4.1.5.1. Perbandingan antara Watt dan Volt ampere

Faktor daya diperoleh dengan perbandingan dari pembacaan watt meter dengan pembacaan volt/ampere meter untuk tiga

fasa : Faktor daya = $\frac{\text{Watt}}{\sqrt{3} \times \text{Volt} \times \text{Ampere}}$

4.1.5.2. Pengukuran dengan 2 buah Watt-meter

Penentuan faktor daya dapat dilakukan melalui pengukuran dengan metoda dua buah watt meter, dan dapat dihitung melalui rumus berikut :

$$\text{Faktor daya} = \frac{1}{\sqrt{1 + 3\left(\frac{w1 - w2}{w1 + w2}\right)^2}}$$

Dalam hal ini W1 adalah pembacaan dengan nilai lebih besar dari W2.

4.1.5.3. Pengukuran dengan meter faktor daya

Pada metoda ini, meter faktor daya dihubungkan langsung pada rangkaian. Faktor daya dapat dibaca langsung.

4.1.6. Pengujian kenaikan suhu (temperature rise test)

Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk menentukan kenaikan suhu pada berbagai bagian dari motor, apabila berputar pada beban pengenal. Pengujian ini dilakukan pada beban pengenalnya, dengan penambahan beban secara bertahap.

4.1.6.1. Kondisi selama pengujian

4.1.6.1.1. Suhu pendingin

Motor listrik diuji pada setiap kondisi suhu pendingin. Apabila suhu pendingin selama pengujian berbeda lebih dari 30° C dari suhu yang dispesifikasikan (atau dimisalkan dari butir 16.3.10. pada IEC publikasi 34-1, untuk tempat kerja motor (for operation on site) koreksi suhu harus dilakukan menurut butir 16.3 pada IEC publikasi 34-1.

4.1.6.1.2. Pengukuran suhu pendingin saat pengujian

Nilai suhu pendingin yang dipakai selama pengujian, harus merupakan nilai rata-rata dari penunjukan-penunjukan termometer yang dicatat dengan selang waktu yang sama selama seperempat waktu terakhir dari lamanya pengujian.

Untuk menghindarkan penyimpangan karena adanya selang waktu senggang (time-log) antara suhu motor besar dan variasi suhu pendingin, segala tindakan pencegahan yang mungkin harus diusahakan untuk memperkecil variasi suhu tersebut.

4.1.6.1.2.1. Sistim pendingin mesin terbuka, dengan mesia udara sekitar (open machines cooled by ambient air)

Suhu udara sekitar dapat diukur dengan beberapa termometer yang ditempatkan sekeliling motor pada tempat yang berbeda setinggi setengah rumah motor dengan jarak 1 m atau 2 m. Dalam hal ini termometer harus dilindungi terhadap radiasi panas atau hembusan angin.

4.1.6.1.2.2. Sistim pendinginan mesin tertutup, dengan peralatan pendingin di luar mesin serta saluran ventilasi (closed machines with external coolers and with ventilation ducts).

Suhu media pendingin diukur pada saluran masuk ke mesin.

4.1.6.2. Metode pengukuran kenaikan suhu

4.1.6.2.1. Kenaikan suhu pada peralatan mesin

Kenaikan suhu pada peralatan mesin adalah perbedaan suhu antara peralatan yang diukur menurut metode pada 4.7.2.3. s/d 4.7.2.7. dan media pendingin yang diukur metode pada 4.7.1.2.

4.1.6.2.2. Metode pengukuran suhu

Ada tiga cara untuk menentukan suhu lilitan dan peralatan lainnya yaitu :

4.1.6.2.2.1. Metode termometer (thermometer method)

4.1.6.2.2.2. Metode hambatan (resistance method)

4.1.6.2.2.3. Metode sensor suhu terpancang (embedded temperature detector method).

4.1.6.2.3. Metode pengukuran suhu lilitan.

4.1.6.2.3.1. Suhu lilitan rotor dapat ditentukan dengan cara mengukur kenaikan hambatan lilitannya.

4.1.6.2.3.2. Penentuan suhu lilitan stator dari mesin-mesin yang hanya mempunyai satu sisi kumparan setiap alur, tidak dilakukan dengan metode sensor suhu terpancang tetapi dilakukan menurut metode hambatan dengan batas kenaikan suhu yang sama.

4.1.6.2.3.3. Apabila metode sensor terpancang serta metode hambatan tidak dapat dipakai, maka pengukuran suhu dapat dilakukan dengan metode termometer.
Penggunaan metode termometer dapat juga dilakukan dalam hal-hal sebagai berikut :

4.1.6.2.3.3.1. Apabila menentukan kenaikan suhu dengan metode hambatan dianggap tidak praktis, misalnya dalam hal kumparan komutasi dan kumparan kompensasi yang hambatannya rendah.
Pada umumnya metode termometer ini dipergunakan pada lilitan yang mempunyai hambatan rendah khususnya apabila hambatan pada percabangan-percabangan (joints) dan sambungan-sambungan (connections) merupakan bagian besar dari hambatan seluruhnya (forms a considerable portion of the total resistance).

4.1.6.2.3.3.2. Lilitan satu lapis, baik yang berputar maupun yang tetap.

4.1.6.2.3.3.3. Karena alasan-alasan pembuatan masal hanya metode termometer yang dipakai, walaupun metode hambatan dapat juga dipergunakan.

Catatan :
Batas kenaikan suhu yang diukur dengan termometer, apabila dipasang pada tempat terpanas yang terjangkau tidak boleh melebihi nilai sebagai berikut :
- Untuk lilitan dengan jenis isolasi kelas A : 65 °C
- Untuk lilitan dengan jenis isolasi kelas E : 80 °C
- Untuk lilitan dengan jenis isolasi kelas B : 90 °C

- Untuk lilitan dengan jenis isolasi kelas F : 110°C
- Untuk lilitan dengan jenis isolasi kelas H : 135°C

4.1.6.2.4. Metode termometer

Pada metode ini suhu ditentukan dengan memasang termometer permukaan mesin yang dapat dijangkau.
Termasuk dalam golongan metode ini adalah termokopel-termokopel yang tidak dipancangkan dan termometer-termometer tahanan, asal penempatannya hanya terbatas pada tempat-tempat yang terjangkau oleh termometer gelas biasa saja.
Apabila termometer gelas dipergunakan pada tempat yang medan magnitnya berubah-ubah atau bergerak, lebih baik dipergunakan termometer alkohol dari pada termometer air raksa.

4.1.6.2.5. Metode hambatan

pada metode ini, kenaikan suhu lilitan ditentukan oleh kenaikan hambatan lilitan-lilitannya.

4.1.6.2.6. Metode superposisi

pada suatu mesin arus bolak-balik, dengan suatu perjanjian terlebih dahulu dapat dilakukan pengukuran . tahanan tanpa tenggang waktu pengujian, dengan metode superposisi yang dilakukan pada lilitan, dengan mengalirkan arus ukur arus searah kecil yang disuperposisikan pada arus beban.

4.1.6.2.7. Penentuan kenaikan suhu lilitan kawat tembaga dari kenaikan tahanan.

Kenaikan suhu sebesar $t_2 - t_a$ dapat ditentukan dari perbandingan besarnya tahanan menurut rumus berikut :

$$\frac{t_2 + 235}{t_1 + 235} = \frac{R_2}{R_1}$$

dalam hal ini :

t_2 = suhu lilitan pada akhir pengujian, dalam °C

t_1 = suhu lilitan (dingin) pada saat awal pengukuran tahanan, dalam °C.

ta = suhu media pendingin pada akhir pengujian, dalam ^{o}C.

R_2 = tahanan lilitan pada akhir pengujian

R_1 = tahanan lilitan pada suhu t_1 (dingin)

Selanjutnya kenaikan suhu dapat dihitung menurut rumus berikut :

$$t_2 - t_a = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (235 + t_1) + t_1 - t_a$$

Apabila suhu lilitan harus diukur dengan tahanan, suhu lilitan sebelum pengujian, yang diukur dengan termometer, praktis harus sama dengan suhu media pendingin.

Catatan :

Apabila bahan kawat lilitan bukan tembaga, nilai 235 diganti dengan kebalikan dari koefisien tahanan (temperature coefficient of resistance) dari bahan kawat tersebut pada 0 ^{o}C.

4.1.6.2.8. Metode sensor suhu terpancang (ETD)

Sensor suhu terpancang adalah suatu termometer tahanan atau termokopel, yang dipasang pada mesin sebelum perakitan, pada tempat-tempat yang sulit dicapai bila perakitan telah selesai.

4.1.6.2.9. Metode pengukuran dengan sensor suhu terpancang

Dalam pengukuran ini, penggunaan sensor paling sedikit 6 buah disekeliling stator pada motor.

Sensor tersebut harus dipasang kuat dan tepat pada berbagai tempat yang diperkirakan terjadi suhu tertinggi, dengan pertimbangan-pertimbangan keamanan, serta harus dilindungi terhadap kemungkinan bersentuhan/berhubungan dengan aliran media pendingin.

4.1.6.2.9.1. Dua sisi kumparan setiap alur (two coil-sides per slot)

Apabila lilitan mempunyai dua sisi kumparan setiap alur, maka setiap sensor harus dipasang di dalam alur di antara sisi kumparan yang diisolasi.

4.1.6.2.9.2. Lebih dari dua sisi kumparan setiap alur (more than two coil-sides per slot)

Apabila lilitan stator mempunyai lebih dari dua sisi kumparan setiap alur, masing-masing sensor harus dipasang di antara sisi kumparan ditempat yang diperkirakan akan terjadi suhu yang tertinggi.

4.1.6.2.10. Koreksi pengukuran suhu setelah mesin dihentikan (correction of measurements taken after the machine has come to rest)

4.1.6.2.10.1. Dalam hal suhu hanya dapat diukur setelah mesin dihentikan, maka kurva pendinginan dapat digambar dengan menentukan titik-titik awal secepat mungkin. Untuk melakukan hal tersebut, ada dua kemungkinan yang dapat terjadi.

a. Apabila bagian yang dimaksud menurun suhunya secara merata sejak motor mulai di hentikan, suhu maksimum pada akhir pengujian dapat ditentukan dengan cara ekstrapolasi dari kurva pendinginan.

b. Apabila setelah berhenti, pengukuran secara berturut-turut menghasilkan suhu yang mula-mula naik kemudian turun, maka cara ekstrapolasi tidak dapat dipergunakan. Dalam hal ini suhu maksimum dianggap sama dengan suhu tertinggi yang tercatat pada waktu pengukuran, kecuali jika disekitar tempat-tempat pengukuran, ada tempat - tempat lain pada bagian yang sedang diukur suhunya diperbolehkan mempunyai kenaikan suhu yang lebih tinggi daripada kenaikan suhu pada titik pengukuran. Dalam hal terakhir ini, sebagai suhu maksimum dapat diambil titik awal pengukuran.

4.1.6.2.10.2. Ekstrapolasi hanya dilakukan bila saat pengukuran suhu yang pertama, dilaksanakan setelah ada tenggang waktu dari saat penghentian mesin sebagai berikut:

Beban pengenal (KW)	Tenggang waktu (detik)
0 - 50	30
di atas 50 - 200	90
di atas 200	sesuai kesepakatan

4.1.6.2.10.3. Untuk mesin dengan satu kumparan alur, yang dapat berhenti dengan cepat misalnya dalam waktu kurang dari 90 detik setelah mesin dimatikan, dapat dipergunakan pengukuran dengan metode tahanan.
Apabila mesin berhenti lebih dari 90 detik sejak saat mesin mulai dihentikan, metode superposisi boleh dipakai asal telah ada kesepakatan sebelumnya.

4.1.6.2.10.4. Apabila inersia mesin besar metode ekstrapolasi hanya boleh dipakai setelah ada kesepakatan antara pabrikan dan pemakai/pembeli.

4.1.6.2.11. Lamanya pengujian kenaikan suhu untuk mesin dengan pengenal kontinyu (continuous rating)
Untuk mesin dengan pengenal kontinyu (atau dari jenis tugas SI), pengujian kenaikan suhu harus dilanjutkan hingga tercapai kondisi keseimbangan suhu. Jika mungkin pengukuran suhu dilakukan selama pengujian dan setelah mesin dihentikan.

4.1.6.2.12. Untuk motor-motor dengan pengenal waktu pendek (short time rating atau dari jenis tugas S2), batas suhu pada Tabel I tidak boleh dilalui. Pada permulaan pengujian, suhu mesin dari suhu pendingin tidak boleh berbeda lebih dari 5°C.

4.1.6.3. Batas-batas suhu dan kenaikan suhu (limits of temperatures and temperatures rises)
Batas-batas kenaikan suhu yang diperbolehkan di atas suhu pendingin untuk motor dengan pendingin udara dan bahan isolasi kelas A,E, B, F, dan H, dapat dilihat pada Tabel I.
Batas kenaikan suhu yang diperbolehkan untuk lilitan dengan bahan isolasi kelas Y, adalah 15°C dibawah batas yang diperuntukan bagi kelas A.

Untuk lilitan dengan bahan isolasi kelas C belum diberikan batas kenaikan suhu yang diperbolehkan.

4.1.6.3.1. Perubahan batas-batas kenaikan suhu pada permukaan laut sehubungan dengan ketinggian tempat pengujian dan kondisi operasi suhu media pendingin.

4.1.6.3.1.1. Apabila suhu media pendingin adalah 40°C dan ketinggian tempat pengujian tidak melebihi 1000 m di atas permukaan laut, perubahan batas kenaikan suhu tidak perlu dilakukan.

4.1.6.3.1.2. Apabila mesin direncanakan beroperasi dengan suhu media pendingin selalu dibawah 30°C, maka batas kenaikan suhu dapat dilihat pada Tabel I dengan menambah 10°C,kecuali bila ada kesepakatan lain.

4.1.6.3.1.3. Apabila mesin direncanakan beroperasi dengan suhu media pendingin 30°C hingga dibawah 40°C, batas ditambah, beberapa derajat C, Besarnya penambahan derajat C ini sama dengan 40°C dikurangi dengan suhu media pendingin. Kenaikan suhu yang diperbolehkan ke derajat C bulat yang terdekat.

4.1.6.3.1.4. Apabila mesin direncanakan beroperasi pada suhu diatas 40°C hingga 60°C, batas kenaikan suhu yang diperbolehkan akan lebih rendah dari nilai yang dicantumkan pada Tabel I.

Pengurangan dari tabel I didapat dari perbedaan antara suhu media pendingin dan 40°C. Kenaikan suhu yang di-diperbolehkan dibulatkan ke derajat C bulat terdekat.

4.1.6.3.1.5. Apabila mesin direncanakan beroperasi dengan suhu pendingin di atas 60°C, batas kenaikan suhu yang diperbolehkan harus disepakati antara pabrikan dan pemakai.

Tabel I

Batas Kenaikan Suhu Motor Berpendingin Udara

No.	Nama Bagian dari Motor
1.	Motor induksi dengan keluaran dibawah 5000 KVA, atau dengan panjang inti lilitan kurang dari 1 m.
2.	Lilitan berisolasi yang terhubung singkat secara tetap (untuk motor jenis rotor belitan)
3.	Lilitan tak berisolasi yang terhubung singkat secara tetap.
4.	Magnit inti dan peralatan lain yang bersentuhan dengan lilitan.

Kelas Isolasi														
A			E			B			F			H		
Metode			Metode			Metode			Metode			Metode		
Termo meter °C	Tahanan °C	Sensor terpan cang °C	Termo meter °C	Tahanan °C	Sensor terpan cang °C	Termo meter °C	Tahanan °C	Sensor terpan cang °C	Termo meter °C	Tahanan °C	Sensor terpan cang °C	Termo mater °C	Tahanan °C	Sensor terpan cang °C
50	60	-	65	75	-	70	80	-	85	100	-	105	125	-
60	-	-	75	-	-	80	-	-	100	-	-	125	-	-
Kenaikan suhunya tidak boleh mencapai nilai yang dapat menurunkan tingkat isolasi, atau dapat merusak bahan pada peralatan lain.														
60	-	-	75	-	-	80	-	-	100	-	-	125 .	-	-

4.1.7. Pengujian dielektrik (pengujian tegangan tinggi)

4.1.7.1. Pengujian tegangan tinggi dilakukan antara lilitan-lilitan dan badan mesin (frame) dengan inti dihubungkan ke badan dan ke lilitan yang tidak diuji, serta hanya berlaku untuk mesin-mesin baru dan mesin yang lengkap dengan seluruh peralatan sebagaimana pada operasinya yang normal.

4.1.7.2. Pengujian ini harus dilaksanakan di pabrik, setelah pengujian kenaikan suhu selesai dan memenuhi persyaratan. (khusus untuk uji jenis).

4.1.7.3. Besarnya tegangan uji dapat dilihat pada Tabel II.
Pengujian dimulai dengan tegangan tidak lebih dari setengah tegangan uji maksimum.
Pemberian tegangan selanjutnya dapat dinaikan hingga mencapai tegangan uji maksimum secara kontinyu atau dilakukan bertahap asal kenaikan tiap tahap tidak lebih dari 5% tegangan uji maksimum.
Waktu yang diperlukan untuk menaikkan tegangan dari setengah ke tegangan maksimum tidak boleh kurang dari 10 detik.
Pemberi tegangan uji maksimum dipertahankan terus selama 1 menit.

4.1.7.4. Untuk uji rutin pada motor-motor dengan daya pengenal hingga 5 KW, yang diproduksi secara massaal pemberian tegangan uji maksimum cukup dipertahankan terus selama 5 detik, pada tegangan uji normal seperti yang tercantum pada Tabel II, atau dijaga tetap selama 1 detik dengan tegangan uji 120 % tegangan uji normalnya. Pemberian tegangan uji tersebut dilakukan dengan sentuhan.

4.17.5. Pengujian dielektrik sedapat mungkin tidak diulang pada waktu uji penerimaan, akan tetapi apabila ada permintaan khusus dari pemakai, pengujian ini dapat diulangi dengan tegangan uji sebesar 80 % dari nilai pada Tabel II.
Pelaksanaan pengujian dilakukan setelah lilitan dianggap cukup kering.

Tabel II

Batas Tegangan Uji Dielektrik

No.	Motor atau Bagiannya	Tegangan Uji(V rms)
1.	Lilitan stator dengan daya kurang dari 1 KW dan tegangan kurang dari 100 V.	500 V + dua kali tegangan pengenal.
2.	Lilitan stator yang diisolasi dengan daya motor kurang dari 1.000 KW. (Lihat catatan 2)	1000 V + dua kali tegangan pengenal, minimum 1500 V.(lihat catatan 1)
3.	Lilitan rotor yang tidak dihubungkan singkat secara tetap (misalnya untuk penggunaan starting rheostat).	
a)	Untuk motor dengan putaran satu arah atau motor dengan putaran dapat dibalik, dari posisi berhenti.	1000 V + dua kali tegangan rangkaian terbuka tetap, diukur di antara cincin geser atau terminal sekunder dengan tegangan pengenal pada lilitan stator.
b)	Untuk motor dengan putaran dapat dibalik atau dapat direm dengan cara membalikan hubungan terminal, stator saat motor berputar.	1000 V + empat kali tegangan rangkaian terbuka tetap pada tegangan rotor, sesuai uraian pada No. 3.a.

Catatan :

1. Untuk lilitan dua fasa yang mempunyai satu terminal sama,besarnya tegangan pengenal untuk menghitung tegangan uji harus diambil 1.4 kali tegangan tiap fasa.
2. Untuk motor yang mempunyai isolasi bertingkat, besarnya tegangan uji ditentukan atas kesepakatan pabrikan dan pemakai.

4.1.8. Pengujian dengan rotor ditahan

4.1.8.1. Oleh karena dalam pengujian ini dapat timbul tegangan mekanis yang cukup tinggi serta pemanasan yang tinggi pada lilitan stator, maka untuk menghindari hal tersebut sebelum motor diuji harus diperhatikan beberapa ketentuan sebagai berikut :

4.1.8.1.1. Untuk mencegah kecelakaan terhadap penguji ataupun kemungkinan kerusakan alat, maka peralatan penahan rotor harus cukup kuat.

4.1.8.1.2. Sebelum pengujian dilakukan, arah putaran rotor harus diperhatikan.

4.1.8.1.3. Suhu rotor yang akan diuji harus sama atau mendekati suhu udara sekitar. Pembacaan arus dan torsi harus sesingkat mungkin dan untuk mendapatkan nilai pembacaan yang cepat, suhu rotor tidak boleh melebihi 40^{o} C di atas nilai kenaikan suhu yang diperbolehkan.
Untuk motor dengan pengenal hingga 7,5 KW ditentukan lama pembacaam kurang dari 5 detik, sedangkan motor dengan pengenal di atas 7,5 KW lama pembacaan kurang dari 10 detik.

4.1.8.2. Pengukuran arus

Pengukuran arus ditujukan untuk memeriksa kwalitas dan menentukan penampilan. Jika mungkin, pembacaan dilakukan dengan pemberian tegangan dan frekwensi pengenalnya.

4.1.8.3. Pengukuran torsi

Kopel yang diukur merupakan kopel terendah pada seluruh posisi rotor. Pengukuran torsi dapat dilakukan langsung dengan peralatan mekanis, serta dapat ditentukan secara tidak langsung melalui rumus berikut :

$$T = \frac{K\,(P_{si} - P_{cu} - P_{c})\,C_{1}}{n_{s}} \quad \text{N.m. (atau lb.ft)}$$

dimana :

T = Kopel rotor ditahan

P_{si} = daya yang diberikan pada stator, dalam KW

P_{cu} = rugi daya stator $I^{2}R$ pada arus pengujian, dalam KW.